

既有农村住宅附加阳光间节能改造的研究现状与发展趋势

郑训臻¹ 张瑞腾² 姜海川³

1. 吉林建筑科技学院,吉林 长春 130114 2. 长春建筑学院,吉林 长春 130607

3. 吉林省建筑科学研究设计院,吉林 长春 130011

摘要:在乡村振兴战略和美丽乡村建设的背景下,改善农村居民的生活环境,提高冬季寒冷地区农居的热舒适性已刻不容缓。为实现“碳达峰”与“碳中和”的目标,以既有农村住宅的附加阳光间为研究对象,以中国知网为数据来源,对发表年度、高频主题词、文献来源进行了统计,对既有农宅的附加阳光间的形式、研究方法、使用软件、优化方案及影响因素等方面进行梳理,以期推动附加阳光间节能改造的进一步研究和发展进程,并为相关研究提供参考。

关键词:农村住宅;附加阳光间;节能改造;发展趋势

中图分类号:TU241.4

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.06.014

1 文献数据分析

笔者以中国知网作为文献检索来源数据库,以农村住宅、阳光间为并含关系的主题词,共检索出文献 187 篇。其中,中文文献 178 篇,外文文献 9 篇;学位论文 111 篇,期刊论文 65 篇,会议论文 2 篇;最早的文献发表于 1992 年。下面根据中国知网的统计数据,分别从发表的年度、主题词、文献来源进行统计分析,以了解近 20 年我国既有农村住宅附加阳光间的研究进展。

1.1 发表年度的统计

中国知网收录的农村住宅附加阳光间相关文献基本上逐年增多。以农村住宅、阳光间为并含关系的主题词检索,1992 年有 1 篇文献,1993—2005 年、2007 年没有公开发表的文献,2008 年之后的文献基本呈稳定增长的态势。受到经济条件的制约,人们对于居住环境的条件、环境保护和个人健康等考虑较少,但随着国家对农村发展的重视、国民经济水平的提升、计算机软件的丰富、温度与环境检测仪器的升级,越来越多的学者开始关注通过附加阳光间为农村住宅进行节能改造,这表现为 2016—2019 年公开发表的文献最多。随着国家乡村振兴战略和“双碳”目标的提出,这一研究方向未来会继续吸引更多的学者^[1]。

1.2 高频主题词的统计

以农村住宅、阳光间为主题词检索到的文献中,

基金项目:2023 年吉林建筑科技学院科研项目“‘双碳’背景下严寒地区既有农宅节能改造方案研究(校科字”[2023]002ZDKJ 号);2024 年度吉林省教育厅科学研究项目“‘双碳’背景下严寒地区既有农宅节能改造方案研究”(JJKH20241494KJ)

出现频次较高的主题词如表 1 所示。通过表 1 可以看出,对农村住宅附加阳光间的研究焦点是对室内热环境的改善,针对寒冷地区、严寒地区的冬季室内取暖的节能改造成为研究突出点。

表 1 高频主题词的统计

排名	主题词	出现频次
1	农村住宅	72
2	阳光间	41
3	室内热环境	31
4	住宅节能	25
5	寒冷地区	24
6	太阳房	24
7	围护结构	23
8	附加阳光间	22
9	严寒地区	17
10	节能改造	14

1.3 文献来源的统计

中国知网发表的文献中,数量排名前 8 名的单位如表 2 所示。西安建筑科技大学、山东建筑大学等 6 所高等教育机构发表了较多的硕士论文和博士论文。表 2 里面没有建筑类的科研院所,说明农村住宅附加阳光间的节能改造研究比较受高校学者的关注。

表 2 文献来源的统计

排名	文献来源	文献数量
1	西安建筑科技大学	72
2	山东建筑大学	41
3	建筑节能	31
4	大连理工大学	25
5	哈尔滨工业大学	24
6	重庆大学	24
7	天津大学	23
8	建筑科学	22

2 被动式太阳房的分类

建筑行业采用太阳能采暖系统通常为主动式和被动式。主动式太阳能采暖系统采用设备利用太阳能,主要表现在建筑中利用光热、光电等设施来获取并转换太阳能,以供人们日常的生活采暖。被动式太阳能采暖系统不采用设备利用太阳能,主要表现在建筑规划中对房屋方位、空间利用、通风能力等的设计,常结合农宅围护结构的导热蓄温性能来降低建筑工程的能耗。被动式太阳能采暖系统的优点是不需要消耗额外的能源,通常情况下也不需要控制系统。被动式太阳房主要分为以下几种类型:

(1)直接受益式。这是最简单也最接近普通房屋的建筑形式。它允许阳光透过朝南的大玻璃窗直接照射到室内的地板、墙面和家具上。这些物体吸收热量后,再通过辐射与对流等热交换方式加热室内空气。房间温度下降时,这些蓄存的热量会被释放出来。

(2)集热蓄热墙式。这种类型的太阳房在南向墙体(通常采用具有一定蓄热能力的材料,如混凝土或砖砌体)前加设一个透光面(如玻璃)。透光面与墙体之间有一个空气间层。阳光透过透光面加热空气间层,再通过墙体将热量传导到室内。

(3)附加阳光间式。在普通住宅的南面附加一个玻璃阳光间。阳光间受热后,通过对流换热加热室内空气。这种类型适用于民用住宅,尤其是需要额外空间或希望增加自然光照的家庭。

(4)贮热屋顶式。这种太阳房将屋顶设置的装满水的密封塑料袋作为储热体。白天,阳光加热储热体中的水,再通过热传导将热量传递到室内。夜间,储热体释放热量以维持室内温度。这种类型适用于冬季不太寒冷、夏季较热的地区。

(5)自然对流回路式。这种类型的太阳房通过自然对流回路来传递热量,通常包括集热器和一个与室内相连的热交换器。集热器吸收阳光中的热量并加热空气或水,然后通过自然对流将热量传递到热交换器,热交换器再将热量传递到室内空气中。

被动式太阳房可单独使用,也可组合使用,以满足特定的需求和气候条件。选择和设计被动式太阳房时,应考虑当地的气候、建筑朝向、建筑材料,以及居住者的使用需求等因素。

3 研究方法

马令勇等^[2]选取安达市某代表性农宅为研究对象,运用正交试验法得出多种阳光间优化方案。对研究对象进行建筑取暖能耗测试,研究结果表明:阳

光间玻璃类型对建筑采暖能耗的影响比例为44.35%,在阳光间优化中影响占比最大,因此应当考虑减小窗户的传热系数。马令勇等^[2]采用熵值法对阳光间优化方案进行多指标综合评价,发现在农宅外附加阳光间可有效降低建筑的采暖能耗。

霍慧敏等^[3]以北方地区典型农宅围护结构改造为研究对象,应用 DeST-h 计算多种单一/组合改造方案的能耗,并基于熵值法对其中 15 种改造方案进行评分,得到了适用于石家庄地区农宅围护结构改造的最佳方案,推动了建筑节能减排的进程与发展。

高原等^[4]对河北省平原地区的“双替代”农宅进行研究,依托于 Rhino-Grasshopper 可视化编程平台搭载的 SPEA-2 简化算法,制作了此类型农宅的低碳化改造优化设计的 3D 模型,并通过计算得出此类型农宅的节能改造最优方案。这项研究的建模为清洁取暖、低碳化改造工作提供了理论支持。

4 使用软件、优化方案及影响因素

4.1 使用软件

王彦韬^[5]以山东地区的既有农宅为研究对象,通过问卷调查和实地走访对农宅进行了多种实测分析,并运用 Desigmbuilder 模拟软件建立了既有农村住宅的标准模型。在标准模型通过对多种改造条件的改造效果的模拟分析,对山东地区既有农村住宅绿色化的改造技术体系提出了多种标准,检验该技术体系的可行性和改造效果,对最美乡村建设起到推进作用。

赵立菊等^[6]选取一幢普通的乡村住宅进行节能改造研究,运用模拟软件 Dest 对节约能源设计前后的农村住宅冬季采暖热负荷进行计算,根据计算进行经济性评价。

各种 3D 建模软件为建筑业提供了不少便利,运用 Ecotect 建模软件分析豫北地区的农村住宅,改善了居住环境,制定了节能方案;运用 DeST-h 能耗模拟软件分析了济南市的典型农宅,为附加阳光间的改造提供参考;基于 Rhino-Grasshopper 可视化编程平台,降低了河北省的取暖排放。

4.2 优化方案及影响因素

王朝红等^[7]实地考察了河北省衡水市某村庄的住宅。该地区太阳能资源丰富,如何利用太阳能解决该地区保暖的问题是建筑热工设计的重点。他们对 3 种不同材料阳光间的农宅室内热环境进行实测分析,采用模拟软件对附加阳光间的各项节能参数进行优化研究,从社会效益、节能效益、经济效益等方面评估阳光间的节能影响效果。

马坤茹等^[8]对石家庄市某农宅的附加阳光间进行开孔设计,设计了12种不同的模型。结合Fluent模拟数据,研究半径和通风口数量对室内热环境的影响,确定最优的运行效果,对比分析了最优和最差的模型,优化了通风口的设计。通风口半径为0.15 m,设置3个进风口、2个出风口时,室内温度最高。该研究能为附加式阳光间的设计提供参考,提高农宅附加式阳光间的节能效益。

李栋等^[9]对严寒地区附加阳光间的节能及玻璃优化进行了分析研究。以东北地区某代表性农宅为研究对象,研究了阳光间双层玻璃填充气体、空气层厚度和玻璃层数等因素对建筑能耗的影响,为北方地区农村住宅的节能优化设计提供了数据支持。

5 研究的不足

笔者从大量的实际调研结果,以及网上资料的数据查询分析中发现目前制约我国既有农村住宅附加阳光间节能改造大范围推广的不足:

- (1)技术适应性不足。当前,很多既有农村住宅的节能改造技术都是从城市或国外引进的,这些技术并不完全适应农村地区的实际情况。例如,阳光间的设计可能未考虑农村地区的日照时间、风向、风速等自然因素,导致其节能效果不佳。
- (2)经济成本高。附加阳光间的节能改造需要投入一定的资金。农村地区的经济水平相对较低,很多农户可能无法承担这笔费用,限制了附加阳光间节能改造的推广。
- (3)缺乏长期跟踪评估。目前,对于既有农村住宅附加阳光间节能改造的效果,还缺乏长期、系统的跟踪评估。这导致无法准确了解阳光间在实际使用中的节能效果、存在的问题,以及需要改进的地方。
- (4)政策和标准不完善。尽管国家和地方政府已经出台一些关于农村住宅节能改造的政策和标准,但这些政策和标准还不够完善,无法为附加阳光间节能改造提供有力的指导和保障。

6 研究的发展趋势

尽管既有农村住宅附加阳光间节能改造研究还存在一些不足,但技术的进步和政策的完善将使该技术的发展前景更加广阔。相应的研究应从以下几个方面深入持续发力:

- (1)技术本土化。未来,随着对农村地区自然环境的深入了解,附加阳光间节能改造技术将更加注重本土化。通过研发适合农村地区的节能材料和设备,提升附加阳光间的节能效果。

(2)降低成本。随着技术的进步和生产的规模化,阳光间节能改造的成本将逐渐降低。政府和社会各界对农村住宅节能改造的资金支持将减轻农户的经济负担。

(3)加强跟踪评估。未来,对于阳光间节能改造的效果进行更加长期、系统的跟踪评估。通过收集和分析实际使用数据,及时发现和解决问题,不断完善和优化阳光间的设计和施工。

(4)完善政策和标准。国家和地方政府将继续完善农村住宅节能改造的相关政策和标准,为阳光间节能改造提供有力的指导和保障。同时,还将加强宣传和教育,提高农村居民的节能意识和参与度。

虽然目前既有农村住宅附加阳光间节能改造研究面临一些挑战,但随着技术的进步和政策的支持,农村住宅附加阳光间的发展前景广阔。未来的研究将更加注重本土化创新、成本降低、长期跟踪评估,以及多元化的能源利用和智能化管理等方面,为推动农村地区的绿色发展和可持续发展做出积极贡献。

参考文献:

[1] 王朝红,杨阳,姚胜.我国农宅附加阳光间研究热点与趋势分析[J].贵州大学学报(自然科学版),2022,39(6):108-116.

[2] 马令勇,胡颖,李清,等.采用正交试验和熵值法的严寒地区农宅附加阳光间优化方案比选[J].建筑节能(中英文),2022,50(8):118-124.

[3] 霍慧敏,徐伟,李安桂.基于熵值法的北方农宅围护结构改造方案比选分析[J].建筑科学,2019,35(8):57-64.

[4] 高源,胡可,丁淳,等.河北平原地区“双替代”农宅低碳化改造多目标优化设计[J].科学技术与工程,2021,21(20):8565-8573.

[5] 王彦韬.基于被动式理念的山东农村既有农宅绿色化改造适宜技术研究[D].济南:山东建筑大学,2020.

[6] 赵立菊,赵洪涛.建筑工程绿色节能施工技术应用[J].节能,2020,39(3):31-33.

[7] 王朝红,杨阳,魏广龙.基于效益评价的寒冷地区农宅附加阳光间优化研究[J].建筑科学,2023,39(4):130-138.

[8] 马坤茹,李雅欣,颜丽娟.被动式太阳房阳光间通风口优化设计[J].河北工业科技,2019,36(2):107-114.

[9] 李栋,张桐赫,马令勇,等.严寒地区农宅阳光间节能及玻璃优化分析[J].热科学与技术,2020,19(6):601-605.

作者简介:郑训臻,女,1987年生,副教授。研究方向为农宅节能改造。